

КЛАССИФИКАЦИЯ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

А. В. Бородко

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

Адрес для переписки: borodkoa@mail.ru

Аннотация

Центр обработки данных (ЦОД) является наиболее прогрессивной формой предоставления вычислительных ресурсов, когда необходимо обеспечить обслуживание широкого круга пользователей. **Предмет исследования.** В статье рассматриваются вопросы классификации ЦОД, их основные функции, состав, цель создания и воздействующие на него факторы. **Методика и основные результаты.** В статье проведена классификация и структурный сравнительный анализ способов, технологий построения систем хранения и обработки информации. В работе с позиций системного подхода проанализированы воздействующие на центры обработки данных факторы. **Практическая значимость.** Она заключается в возможности использования предложенной классификации в задачах системного внедрения в ЦОД элементов интернета вещей, реализации программно-определяемых ЦОД и разработки методики оценки эффективности функционирования ЦОД.

Ключевые слова

Центр обработки данных, облачные вычисления, классификация, услуги.

Информация о статье

УДК 303.833.4

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 22.05.19, принята к печати 02.09.19.

Ссылка для цитирования: Бородко А. В. Классификация центров обработки данных // Информационные технологии и телекоммуникации. 2019. Том 7. № 1. С. 1–9. DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-1-1-9.

CLASSIFICATION OF DATA CENTERS

A. Borodko

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications,
St. Petersburg, Russian Federation

Corresponding author: borodkoa@mail.ru

Abstract—The data center (DC) is the most progressive form of computing resources when it is necessary to provide services to a wide range of users. **Research subject.** The article discusses the classification of data centers, their main functions, composition, purpose of creation and factors affecting them. **Methodology and core results.** The article provides a classification and structural analysis of the methods and technologies for constructing information storage and processing systems. In the work with a systematic approach analyzed factors affecting data centers. **Practical relevance.** It consists in the possibility of using the proposed classification in the tasks of systematically introducing the Internet of things devices into the data center, implementing software-defined data centers and developing methods for assessing the effectiveness of the functioning of the data center.

Keywords—data center, cloud computing, classification, services.

Article info

Article in Russian.

Received 22.05.19, accepted 02.09.19.

For citation: Borodko A.: Classification of Data Centers // Telecom IT. 2019. Vol. 7. Iss. 1. pp. 1-9 (in Russian). DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-1-1-9.

Введение

Дата-центр (от англ. data center), или центр обработки данных (ЦОД) исполняет функции обработки, хранения и распространения информации, и выполняет задачи путём предоставления информационных услуг.

Самые значимые показатели при оценке работы ЦОД – надежность и безопасность, однако рассмотрение показателей ЦОД и оценивание эффективности функционирования систем такого класса невозможно без их классификации.

Состав и классификация ЦОД

Как правило, в настоящее время ЦОД состоят из следующих компонентов:

- информационная инфраструктура, т. е. серверное оборудование. Выполняет функции хранения и обработки информации;
- телекоммуникационная инфраструктура. Выполняет функции связи оборудования, входящего в состав ЦОД между собой, а также осуществляет передачу данных внутри ЦОД;

– инженерная инфраструктура. Выполняет функции обеспечения исправного функционирования ЦОД.

Информационная инфраструктура состоит из следующих компонентов:

Хранилища данных могут представлять собой как набор файлов, хранящихся в некоторой распределенной файловой системе, так и полноценные базы данных. К хранилищам данных предъявляются требования целостности, безопасности и разграничения доступа, обеспечивающая надежность использования сервиса хранилища. Наиболее распространенной метрикой ресурса хранилищ данных является объем памяти, доступной пользователю. В качестве дополнительных критериев оценки хранилища данных могут служить пропускная способность интерфейса хранилища и максимальная задержка ответа.

Вычислительные узлы представлены различными серверами, на которых может быть запущено некоторое число виртуальных машин. Как правило, ресурс отдельного вычислительного узла описывается его производительностью.

Телекоммуникационная сетевая инфраструктура представляет собой совокупность физических каналов и коммутирующего оборудования. Ресурсы сети описываются пропускной способностью каналов и коммутаторов. Для разграничения доступа и обеспечения требуемой пропускной способности элементов виртуальных запросов используется механизм виртуальных каналов.

К инженерной инфраструктуре относятся помещения ЦОД, где непосредственно размещается серверное оборудование, как правило, в виде серверных стоек. Для обеспечения бесперебойной работы центра обработки данных используется система бесперебойного электроснабжения, система кондиционирования воздуха, система раннего обнаружения пожара и газового пожаротушения. Важнейшим параметром функционирования ЦОД является безопасность. В современных ЦОД используются системы видеонаблюдения, охранной сигнализации и физического разграничения доступа [1, 2].

Современные ЦОД стали создаваться в начале 1990-х годов, как серверные комнаты внутри собственных помещений, и довольно часто они создавались именно в залах, выводимых из эксплуатации больших ЭВМ, которые закончили свой срок службы. Затем стали появляться здания и помещения, специально создаваемые для размещения серверов и систем хранения. Часто такие помещения предназначались не для одного подразделения, а нескольких, использующих эти площади совместно, по принципу «колокации» – (colocation, англ. – «совместное расположение»). В конце концов, это привело к строительству специализированных зданий, спроектированных именно под ЦОД специального назначения, с полным оснащением их всеми соответствующими системами. В связи с появившемся многообразием ЦОД разработан вариант их классификации (рис. 1).



Рис. 1. Классификация ЦОД

По целям использования ЦОД может быть хостинговым, корпоративным и смешанным.

Хостинговый ЦОД сдается в аренду. Владелец ЦОД выделяет организациям стойко-места или кластеры, которые заполняются оборудованием арендатора.

Корпоративный ЦОД изначально создается для решения задач автоматизации процессов управления самого заказчика и владельца ЦОД.

Смешанный ЦОД частично ориентирован на обеспечение процессов управления владельца и частично на решение задач арендатора.

По назначению ЦОД различают на основной и резервный.

Основной ЦОД является ядром информационной и телекоммуникационной системы. Он принимает на себя всю нагрузку в штатном режиме.

Резервный ЦОД обеспечивает обычный режим предоставления услуг в случае выхода из строя, профилактики или горячей замены оборудования, установленного в основном дата-центре.

По типу размещения на местности ЦОД может быть наземным, подземным и плавучим.

Наземный ЦОД – это ЦОД вся инфраструктура которого расположена непосредственно на поверхности земли.

Подземный ЦОД – это ЦОД, инфраструктура которого расположена не на поверхности земли, а под землей. Располагаться он может в шахтах, хранилищах на различной глубине.

В плавучем ЦОД инфраструктура расположена на воде. Достоинством такого ЦОД является то, что в процессе охлаждения воду, используемую для питания кондиционеров, берут непосредственно из водоема, на котором расположен ЦОД.

По размеру ЦОД различают микро, малый, средний и крупный.

Микро ЦОД являются полностью автономными объектами, и содержат все компоненты, обычные для своих «старших братьев». Это вычислительное оборудование, телекоммуникационный модуль, хранилище данных, системы бесперебойного питания, системы охлаждения, система пожаротушения. Сейчас, в основном, такие объекты создаются для обеспечения нормальной работы периферии сети, но планируется, что такие ЦОД помогут справиться с потоком информации генерируемых устройствами и приложениями Интернета вещей. Многие организации обращаются к локализованным микро ЦОД, которые могут быть установлены в пределах контролируемых зон – на производственных площадках, в торговой точке, коммерческих комплексах и т. д. Что является хорошим решением для сервисов Интернета вещей, например, систем управления технологическими процессами, требующих более высокого уровня безопасности. В микро ЦОД используется до пяти серверов. В малом ЦОД используется от пяти до двадцати пяти серверов. В свою очередь средний ЦОД вмещает в себя от двадцати пяти до ста серверов. И самый вместительный ЦОД это большой он насчитывает более ста стоек серверов.

По типу построения ЦОД может быть стационарный, контейнерный и мобильный.

Стационарный ЦОД представляет собой здание или его часть с размещённым внутри комплексом информационной, телекоммуникационной и инженерной инфраструктуры. Основной функцией стационарного ЦОД является размещение оборудования, необходимого для хранения и обработки информации. Стационарный ЦОД может размещаться как во вновь построенном здании, так и в здании, которое ранее использовалось для других целей [2].

Контейнерный ЦОД изготавливается на базе стандартных контейнеров. Часть производителей предлагает решения с разделением ИТ и инженерной инфраструктуры, где одни контейнеры содержат только инженерное оборудование, а другие только ИТ оборудование и внутренние блоки системы кондиционирования. Другие производители предлагают контейнеры, содержащие все компоненты «традиционного» центра обработки данных, где расположено как инженерное, так и ИТ оборудование. Такие контейнеры могут выступать в качестве автономных микро ЦОД, которые могут быть развернуты в любом месте на основе дизайна – от складского помещения до пересеченной местности. Неоспоримыми преимуществами класса решений на основе контейнеров являются быстрота развертывания и эффективность использования энергии, однако существует целый ряд ограничений в применении таких модулей, в основном он связан с лимитами, накладываемыми на ИТ оборудование, а также сложностями эксплуатации системы в климатических условиях ряда регионов России.

Мобильный ЦОД – это специализированный комплекс аппаратных (блок контейнеров), смонтированных на базе транспортных средств, размещённых внутри аппаратных комплексов информационной, телекоммуникационной и инженерной инфраструктуры, с возможностью подключения к каналам связи, и предназначенный для хранения и обработки информации. Мобильный ЦОД выполняется

в виде, приспособленном для транспортировки автомобильным, железнодорожным и морским транспортом и имеющем в своем составе автономный отказоустойчивый комплекс систем инженерного обеспечения.

По отказоустойчивости ЦОД разделяют на следующие категории: без резервирования, с резервированием, отказоустойчивый, с возможностью проведения профилактических работ [3, 4]. Для оценки надежности и эффективности ЦОД разработана система сертификации Tier от организации Uptime Institute, которая учитывает уровень резервирования каждой из систем ЦОД, которая включает 4 уровня сертификации. Аналогичная классификация выпущена Ассоциацией изготовителей оборудования для передачи данных в TIA-942 – первом стандарте на телекоммуникационную инфраструктуру центров обработки данных. Актуальная версия стандарта – TIA/EIA-942-B.

Без резервирования (Tier 1 (N)) – отказы оборудования или проведение ремонтных работ приводят к остановке работы всего ЦОД. В ЦОД отсутствуют фальшполы, резервные источники электроснабжения и источники бесперебойного питания. Инженерная инфраструктура не зарезервирована. При таком подходе уровень доступности ЦОД составляет 99,671%, что соответствует около 30 часам простоя в год. Такой подход к построению ЦОД уже давно устарел и не применяется.

С резервированием (Tier 2 (схема резервирования – $N + 1$)) – имеется минимальный уровень резервирования, в ЦОД обязательно имеются фальшполы и резервные источники электроснабжения и охлаждения, однако проведение ремонтных работ также вызывает остановку работы ЦОД. Время простоя в год – 22 часа, что соответствует уровню доступности ЦОД 99,75 %.

Отказоустойчивый (Tier 3 (схема резервирования – $2 \cdot N$ или $2 \cdot N + 1$)) – имеется возможность проведения ремонтных работ (включая замену компонентов системы, добавление и удаление вышедшего из строя оборудования) без остановки работы ЦОД, инженерные системы однократно зарезервированы, имеется несколько каналов распределение электропитания и охлаждения, однако постоянно активен только один из них. Уровень доступности ЦОД составляет 99,98 %.

С возможностью проведения профилактических работ (Tier 4 (схема резервирования – $2 \cdot (N + 1)$)) – имеется возможность проведения любых работ без остановки работы ЦОД, инженерные системы двукратно зарезервированы, то есть, продублированы как основная, так и дополнительная системы. Уровень доступности ЦОД составляет 99,99 %, что соответствует 52,56 минутному времени простоя в год.

Классификация воздействующих на ЦОД факторов

Важнейшей задачей является выбор технологий и стандартов проектирования и правил эксплуатации ЦОД. Исследования тенденций технического и технологического развития ЦОД показали, что одним из ключевых вопросов оперативного и качественного управления ЦОД, инструментом сравнительного выбора технологий и стандартов ЦОД были и остаются методы оценивания качества и эффективности его функционирования [4].

Однако существующие методы оценивания качества и эффективности функционирования сложных информационных систем ориентированы на анализ отдельных параметров и элементов, то есть не существует методов, позволяющих

оценивать эффективность функционирования ЦОД в целом. Используемые подходы к решению подобных задач остаются неразвитыми на случай необходимости применения методологического инструмента, способного учесть приоритеты и мнения различных экспертов (как пользователей ЦОД, заказчиков, так и работников) при формулировке тактико-технических требований, которым должны удовлетворять ЦОД. Кроме того, существующие методики оценивания эффективности функционирования сложных информационно-технических систем, таких как ЦОД, не способны учитывать в комплексе нечеткость, неполноту и противоречивость информации о требованиях и условиях эксплуатации ЦОД, о значениях параметров текущего состояния ЦОД и его элементов в условиях внешних воздействующих факторов различного рода (рис. 2).

В рамках принятия решений по управлению ЦОД неопределенность может быть связана с нечеткостью, неполнотой и противоречивостью информации о поведении ЦОД, о механизме перехода ЦОД из состояния в состояние.

Под неопределенностью традиционно понимают недостаточную осведомленность лиц, принимающих конкретные решения по управлению ЦОД.

Под нечеткостью информации о состоянии ЦОД будем понимать не количественную, а качественную информацию, характеризующую состояние параметров ЦОД, отсутствие точной (правильной) информации о свойствах ЦОД и процессе его функционирования.

Неполнота характеризуется отсутствием наличия, требуемого количества необходимой информации для принятия верного решения по управлению ЦОД.

Под противоречивостью понимается наличие различной по содержанию информации, поступающей с одного и того же источника.



Рис. 2. Классификация воздействующих на ЦОД факторов

ЦОДы относятся к классу целеустремленных сложных систем (ЦСС), в которых в качестве взаимосвязанных элементов выступают материальные объекты (технические средства обработки, хранения, связи и управления, и обслуживающий их персонал).

Как и все сложные управляемые системы, ЦОДы обладают определенной совокупностью свойств. Каждое из этих свойств может быть описано количественно или качественно с помощью некоторой переменной, значение которой характеризует меру его качества относительно этого свойства. Эту переменную принято называть показателем качества. Учитывая это, состояние ЦОД в любой момент времени можно описать с помощью вектора показателей качества:

$$\vec{Y}(t) = [y_1(t), \dots, y_m(t)],$$

где $y_1(t), \dots, y_m(t)$ – компоненты векторного показателя качества, характеризующие наиболее существенные свойства элементов ЦОД и процесса их функционирования [6].

Заключение

Проведенный анализ существующих ЦОД и воздействующих на них факторов позволяет подойти к методам оценивания эффективности функционирования ЦОД и позволит сделать вывод об актуальности и практической целесообразности развития методов анализа эффективности в условиях нестационарности процесса функционирования с комплексным учетом нечеткости, неполноты и противоречивости исходных данных о состоянии ЦОД, параметрах, режимах его функционирования, а также о глубине, диапазоне и возможных последствиях внешних и внутренних воздействий на ЦОД.

Оценка эффективности функционирования позволит решить задачу разработки требований и допусков к параметрам создаваемых и совершенствуемых ЦОД; задачу определения рационального режима функционирования ЦОД; задачу оперативного контроля над реакцией ЦОД на вводимые управления непосредственно в ходе эксплуатации, которые стоят как перед заказчиком, так и перед разработчиком ЦОД.

Литература

1. Бородко А. В., Пантюхин О. И. Анализ содержания типовых стадий и задач проектирования современных центров обработки данных специального назначения // Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях. Труды IV Межвузовской научно-практической конференции. СПб., 2019. С. 127–131.
2. Бородко А. В., Пантюхин О. И. Реализация облачных систем хранения на основе центров обработки данных // Интернет вещей и 5G (INTHITEN 2017). 3-я международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. 2017. С. 62–67.
3. Бородко А. В., Пантюхин О. И. Построение системы «Безопасный город» // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Т. 5. № 2. С. 97–105.
4. Бородко А. В., Пантюхин О. И. Принципы и базовые этапы проектирования центров обработки данных в интересах системы «Безопасный город» // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сб. ст. VI Международной научно-практической конференции. 2019. С. 24–26.
5. TIA/EIA-942. Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center (Телекоммуникационная инфраструктура для Центров Обработки Данных) Стандарт ANSI. URL: <https://manuals.iessancllemente.net/images/9/9f/Tia942.pdf>
6. Петухов Г. Б. Основы теории эффективности целенаправленных процессов. Часть 1. МО СССР, 1989. 660 с.

References

1. Borodko, A. V., Pantyukhin, O. I. Analysis of the content of typical stages and design tasks of modern data processing centers for special purposes // IV Interuniversity Scientific and Practical Conference "Problems of Technical Support of Troops in Modern Conditions". 2019. pp. 127–131 (in Russian).
2. Borodko, A. V., Pantyukhin, O. I. Implementation of Cloud Based Storage Data Centers // 3rd Young Researchers International Conference on the Internet of Things and Its Enablers "IoT and 5G" (INTHITEN). 2017. pp. 62–67 (in Russian).
3. Borodko, A. V., Pantyukhin, O. I. Construction of the "Safe City" System // Telecom IT. 2017. T. 5. № 2. pp. 97–105 (in Russian).
4. Borodko, A. V., Pantyukhin, O. I. Principles and Basic Stages of Designing Data Centers for the System's Interests "Safe City" // VI International Scientific and Practical Conference "Modern Scientific Research: Current Issues, Achievements and Innovations". 2019. pp. 24–26 (in Russian).
5. TIA/EIA-942. Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center. ANSI Standard.
6. Petukhov, G. B. Fundamentals of the Theory of the Effectiveness of Targeted Processes. Part 1. M.: MO USSR, 1989. 660 p.

***Бородко
Александр Владимирович***

– кандидат технических наук, доцент, СПбГУТ,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация,
borodkoa@mail.ru

Borodko Alexandr

– Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, SUT,
St. Petersburg, 193232, Russian Federation,
borodkoa@mail.ru